

CONSTRUCCIÓN DE TRINCHOS VIVOS PARA CONDUCCION DE AGUAS DE ESCORRENTÍA EN ZONAS TROPICALES DE LADERA

José Horacio Rivera Posada*

Definición de trincho.

Muro pequeño transversal que se construye en una quebrada o arroyo para provocar sedimentación aguas arriba y en otros casos cortar la pendiente del terreno (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Federacafé, 1975).

Estructuras construidas para disminuir la velocidad del agua de escorrentía y de esta forma favorecer el deposito de sedimentos aguas arriba de la obra. También se conocen como presas de control de sedimentos (Anaya *et al.*, 1977, Gray y Leiser, 1982).

Estas definiciones no se pueden generalizar para la construcción de trinchos en condiciones de ladera, ya que el hecho de promocionar la acumulación de sedimentos aguas arriba, puede conllevar a la construcción de trinchos demasiado altos, los cuales se pueden convertir en represas acumuladoras de gran cantidad de sedimentos, que superan la capacidad de soporte del trincho, provocando el volcamiento de estas obras aguas arriba y hacia abajo y como consecuencia la presencia de avalanchas con resultados catastróficos en un aguacero de duración larga e intensidad alta.

Función de los trinchos en zonas de ladera:

La construcción de trinchos en zonas de ladera, debe conducir únicamente a la estabilización del fondo de cauces y de taludes de cárcavas o drenajes naturales. Por tanto, se deben utilizar principalmente para disminuir la velocidad del agua de escorrentía (disipadores de energía) en derrumbes, cárcavas y cauces de drenajes naturales y para evitar en ellos el socavamiento de fondo y base de sus taludes, también para evitar formación de cárcavas en canales, cunetas de carretera, y taludes bajos de cajas colectoras de aguas de escorrentía proveniente de cunetas en carreteras y caminos.

Tipos de trinchos.

Existen diferentes tipos de trinchos, los cuales se clasifican como temporales o permanentes dependientes del material con que se construyan, tales como: trinchos en concreto, piedra, madera y materiales vegetales vivos (Gray y Leiser, 1982; Gray y Sotir, 1995).

* **José Horacio Rivera Posada, I.A., Ph.D., MSc., Especialista en Uso, Manejo y Conservación de Suelos Aguas y Bosques. Segundo Premio Latinoamericano de la Ciencia del Suelo 2001 y Premio Nacional de la Ciencia del Suelo 1993.**

Consultor Conservación de Suelos y Control de Erosión

Dirección: Calle 68 N° 28-30 T5 Apto. 1202 Manizales

E-mail: horaciorivera@telesat.com.co

Celular 315 5415772. 2001.

Por lo general, los trinchos en concreto y de gaviones en piedra (**Figura 1**) son temporales y demasiado costosos ya que tienen una vida útil muy corta (3 a 5 años), por rompimiento del concreto o descomposición de la malla de alambre que los conforman respectivamente, lo que los hace menos recomendables (Hudson, 1982; Anaya *et al.*, 1977).

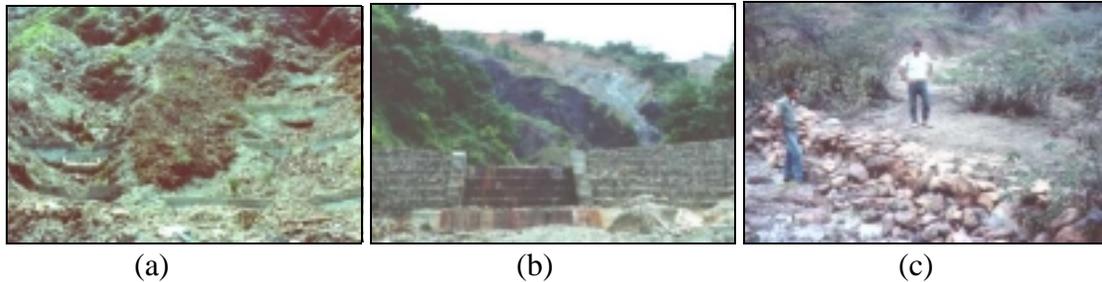


Figura 1. Trinchos en concreto (a), en gaviones en piedra (b) y en piedra (c).

Los trinchos en madera, son menos costosos que aquellos construidos en concreto y piedra, pero igual que los anteriores, presentan una vida útil corta, por descomposición de los materiales que los conforman. Por tanto, estos tipos de trinchos, deben ser complementados con coberturas vivas, para alargar su vida útil.

Los trinchos vivos son los realizados con materiales vegetales que rebrotan fácilmente y se consideran como obras de bioingeniería permanente, debido a que los materiales con los que están construidos persisten y se hacen más vigorosos a través del tiempo.

Construcción de Trinchos

Por lo general los trinchos no siempre son construidos con las especificaciones técnicas, lo que los hace fácilmente destructibles por el agua.

Trinchos mal construidos:

La mayoría de las veces los trinchos son mal construidos y en lugar de dar soluciones al problema, conducen a acelerar los procesos erosivos.

- Trincho con vertedero muy pequeño o sin él. Los cuales llevan a la acumulación de sedimento hasta taponar el canal y obligar las aguas de escorrentía a desviarse hacia sitios menos protegidos, originando cárcavas nuevas (**Figura 2**).

- Trinchos sin amortiguador de las aguas provenientes del vertedero (babero) (**Figura 3**), dan lugar al socavamiento de la base del trincho y desplome posterior del mismo.

- Trinchos sin empotrar en el terreno. Son aquellos construidos sobre el cauce de la cárcava o drenaje natural, dando lugar al socavamiento del mismo y como consecuencia, el trincho queda en el aire y el agua avanza por debajo del mismo (**Figura 4**) hasta lograr su volcamiento.

Trinchos muy altos (altura mayor de 1 m). Son aquellos que por su altura retienen demasiados sedimentos, de tal forma que por el peso de los mismos, el trincho se vuelca (Figura 5).

Trinchos bien contruidos.



Figura 2. Trinchos mal contruidos con vertedero muy pequeño o sin él.



Figura 3.
Trincho sin
amortiguador
(habero)

Figura 4.
Trincho mal
empotrado con

Figura 5.
Trincho
muy alto

- Trinchos para conducción de aguas de escorrentía en cunetas de carretera y canales y en caminos:

Cuando el caudal de agua no es permanente como en el caso de cunetas de carretera, se pueden hacer trinchos temporales y sencillos, buscando con ellos disipar la energía de las aguas de escorrentía y dar oportunidad a las coberturas vegetales nativas o inducidas de porte denso y rastrero, para que cubran la cuneta (**Figura 6**). En canales, los trinchos se pueden hacer clavando estacas de latas de guadua a ras del suelo, siguiendo el contorno del canal (**Figura 7**). En caminos se colocan acostando las guadas a través de la pendiente, enterradas solo hasta la mitad y sostenidas con estacas a ras de las guadas acostadas. Estos trinchos son temporales dando lugar al establecimiento de las coberturas vegetales densas, disipadoras de las aguas de escorrentía (**Figuras 8**)



Figura 6.
Trinchos
temporales en

Figura 7. Trinchos temporales en
canales

Figura 8.
Cunetas
protegidas por

- Trinchos vivos:

Son las obras más baratas, sencillas y fáciles de construir (Suárez de Castro, 1982).

- Trinchos vivos para conducir aguas de escorrentía en derrumbes superficiales:

Luego de un aguacero cuando se presenten derrumbes superficiales en terrenos pendientes y no haya manera de encauzar las aguas de escorrentía por otros sitios, se puede estabilizar el proceso degradativo acostando superficialmente a través de la pendiente estacas vivas de quiebrabarrigo, matarratón o leucaena, sostenidas en sus extremos con estacas vivas de los mismos materiales. Se deben sembrar las estacas unas a continuación de otras a través de la pendiente, con distancias entre surcos de 30 cm y sembrar en las calles estolones de maní forrajero (*Arachis pintoi*), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) o pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*) (**Figura 9**). Esto permite cubrir el área de vegetación en un tiempo aproximado de tres a seis meses (**Figura 10**)

- Construcción de trinchos vivos en drenajes naturales:

Estos trinchos deben llevar especificaciones especiales, ya que los caudales de agua son muy variables en el año y a través del tiempo, debido a la presencia de lluvias de duración e intensidades diferentes, lo cual conduce a hacer cálculos dispendiosos de intensidades y caudales máximos, con sus períodos de retorno respectivos y probabilidad de ocurrencia de los eventos.



Figura 9. Trinchos vivos para conducir aguas de escorrentía en derrumbes superficiales



Figura 10. Derrumbe estabilizado por medio de trinchos vivos.

No obstante, en la mayoría de los casos, no es posible realizar los cálculos necesarios para diseñar obras muy precisas, ya que son pocas las regiones del país que cuentan con información histórica de cantidad e intensidad de lluvias. Además, las soluciones tendrían que ser dadas por personal muy capacitado, lo que haría aún más costosa la solución. Esto induce a buscar alternativas con obras baratas, sencillas y eficientes que den un margen de seguridad alta contra aquellos eventos máximos, como son los trinchos vivos. Estos son estructuras construidas con materiales vivos existentes en el lugar donde se pretende manejar las aguas de escorrentía. Son permanentes y de costo bajo, y pueden ser realizadas por los mismos agricultores en la finca.

Los trinchos vivos en zonas de ladera, no pueden asimilarse a un muro de contención en concreto o de gaviones en piedra. Estos son disipadores simples de energía del agua que escurre y por tanto, estas estructuras no deben obstruir el paso libre del agua, y como tal, no pueden ser muy altas (mayores de 1 m), ya que así se convierten en acumuladores de sedimentos tal como están recomendadas para terrenos planos. En zonas de ladera los trinchos muy altos se pueden volcar fácilmente, represar el caudal de agua y originar avalanchas catastróficas en épocas de lluvias largas y de intensidad alta.

Los trinchos vivos, se construyen como se observa en las **Figura 11**

El vertedero debe tener una altura máxima por encima del cauce de la cárcava o quebrada de 10 a 20 cm y la anchura de 80 % de la amplitud total del cauce, de tal forma que permita el paso libre del agua, o sea si la anchura del cauce es de 1 m, el vertedero debe ser de 80 cm de ancho. Las crestas a lado y lado del vertedero, deben tener una altura a partir del lecho entre 30 a 50 cm. El trincho debe ser enterrado entre 30 a 50 cm por debajo del lecho de la cárcava o quebrada y las crestas del vertedero ir empotradas en el talud del cauce. Toda la estructura es viva y reforzada con estacas vivas de rebrote fácil.

Con estas especificaciones se busca principalmente evitar socavamiento de lecho y estabilización de los taludes de la cárcava o quebrada.

Cuando el vertedero del trincho se hace a una altura mayor de 20 cm por encima del cauce, se hace necesario colocar un dissipador de energía en la base del vertedero para impedir el



Figura 11. Esquema de la construcción de un trincho vivo

impacto del agua directamente sobre el lecho y con ello el socavamiento y volcamiento de las estructuras con el paso del tiempo. Estos dissipadores de energía, se pueden hacer con guadua o piedra (**Figura 12**).



Figura 12. Trincho vivo con amortiguador conformado por piedra y guadua para recibir en forma disipada aguas provenientes del vertedero.

Distancia entre trinchos:

Los trinchos se deben construir de arriba hacia abajo, siguiendo la dirección del agua. La distancia entre ellos es fundamental en la estabilización de cárcavas y cauces naturales y aún más en aquellos terrenos muy inestables. Los trinchos deben ir escalonados, de tal forma que la altura de la base del vertedero de la estructura de abajo, proteja la base del trincho anterior aguas arriba (**Figura 13**). Esto hace que la distancia entre trinchos varíe dependiendo de la pendiente del terreno, de los sedimentos que se deseen depositar y de la altura efectiva del trincho.

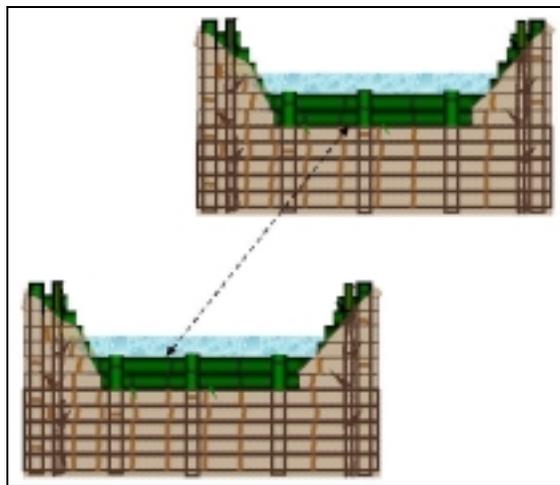


Figura 13. Esquema de trinchos escalonados, la altura de la base del vertedero de la estructura de abajo, protege la base del trincho anterior aguas arriba.

La fórmula más sencilla recomendada para calcular el espaciamiento entre trinchos es la propuesta por Anaya *et al.*, 1977:

$$E = \frac{H}{S} \times 100$$

Donde:

E = Distancia entre dos trinchos consecutivos (m).

H = Altura efectiva entre trinchos (m).

S = Pendiente de la cárcava (%).

Otros autores reportan la misma ecuación con algunas constantes empíricas implícitas (Kirby y Morgan, 1984; Gray y Leiser, 1982).

Por lo general las pendientes en la Zona Cafetera Colombiana son superiores al 50 %. De ahí que al hacer los cálculos de distancia entre trinchos para una pendiente del 50 % y una altura efectiva del trincho de 50 cm, sería necesario hacer trinchos cada 1 m. Esto sería dispendioso y costoso, por lo cual para un caso de estos se recomiendan los trinchos cada 2 m, siendo necesario hacer seguimiento y evaluación periódicos, para observar si se presentan socavamientos entre trinchos consecutivos en el cauce de la cárcava o lecho del drenaje natural, para colocar en dichos sitios una estructura nueva.

Con los trinchos vivos, se busca tener una estructura bioingenieril, es decir totalmente viva, donde el sistema radical de las plantas utilizadas en su construcción, se conviertan en el agente estabilizador principal, mediante el entrecruce del sistema radical de las mismas (**Figura 14**).



Figura 14. Trinchos vivos de guadua (*Guadua angustifolia*) y estacas de quebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*) donde finalmente el entrecruce de raíces de las estacas vivas se transforman en disipadores naturales de las aguas de escorrentía.

Los Trinchos vivos en zonas de ladera, no se pueden asimilar a muros de contención, ni a obras acumuladoras de sedimentos, ya que su objetivo es el de obrar como simples disipadores de energía de las aguas de escorrentía y estabilizadores del terreno a medida que crece la vegetación que los conforma.

BIBLIOGRAFIA

ANAYA G.,M.; MARTINEZ M., MR.; TRUEBA C.,A.; FIGUEROA S., B.; FERNANDEZ M., O. 1977. Manual de Conservación de suelos y del agua. Chapingo (Mexico), Colegio de Postgraduados. 581 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. (FEDERACAFÉ). Centro Nacional de Investigaciones de Café. (CENICAFÉ). 1975. Manual de conservación de suelos de ladera. Chinchiná. Cenicafé. 267 p.

GRAY D.H.; LEISER A.T. 1982. Biotechnical Slope Protection and Erosion Control. Van Nostrand Reinold Company. New York. 271p.

GRAY, D. H. AND SOTIR, R.B. 1996. Biotechnical and soil bioengineering: Slope Stabilization, A practical guide for erosion control. John Wiley and Sons. 378 p

HUDSON, N. Conservación de suelos. 1982 Barcelona (España). Reverté S.A. 335 p.

KIRBY, M. J.; MORGAN, R., P., C. 1984 Erosión de suelos. 1ª edición. México. Limusa S.A. 367p.